吉崎　誠*：

邦産ウミゾウメン目の形態分類学的研究 (4)** ハイコナハダの体構造と生殖器官

Makoto YOSHIZAKI*:

Morphology and taxonomy of the Japanese representative of Nemaliales (4) Thallus structure and reproductive organs of *Yamadaella cenomyce*

コナハダ属 *Liagora* は球形の嚢果をもつこと，造果枝は同化系に側生し 3〜6 個の細胞からなる，および体に石灰を沈着する性質により近縁の属から区別される (Kylin, 1956)。最近，Abbott (1970) はコナハダ属に所属していた *L. cenomyce* Decaisne について研究し，この植物は造果枝を側生しないことおよび受精した造果器が同化系に似た造胞糸を発出してその先端に四分した生殖細胞，いわゆる四分果胞子嚢 carpotetrasporangia を生ずる特性に基盤をおいて，この植物をコナハダ属より分離し，*Yamadaella* (ハイコナハダ属) の設立を提案している。この植物はわが国ではハイコナハダの和名で，沖縄や奄美大島を含む南方海域に広く生育することが知られている。今回はわが国に生育するハイコナハダ *Y. cenomyce* (Decaisne) Abbott について体構造と生殖器官の詳細を観察したので，その結果について報告したい。

材料と方法

ハイコナハダの type locality はフィリッピンのマニラで，その後紅海，インド洋および太平洋等の熱帯および亜熱帯海域に広く分布することが知られている。わが国でも開聞 (田中 1950a)，馬毛島 (田中 1950b)，奄美大島 (喜田・北村 1964)，徳之島 (田中 1967a)，与論島 (田中 1960, 1967b)，沖縄本島・宮古島・石垣島・与那国島 (瀬川・香村 1960)，慶良間諸島 (喜田 1974)，与那国島 (Yamada and Tanaka 1938)，小笠原諸島 (加崎・大西 1970〜1972) に生育する報告がある。今回の観察に用いた材料は 1976年 3 月18日沖縄県西表島中野の海岸，1977年 4 月 3 日沖縄県糸満市名城海岸および 1979年 4 月12日鹿児島県奄美大島安木屋場の海岸で採集したものである。いずれの材料も採集後直ちに10％ホルマリン海水で固定・保存された。切片は凍結切片法により，また観察にはおしつぶし法も用いた。染色剤には 1％ Cotton blue 水溶液，解離剤には 10％塩酸，封緘剤には市販の Karo を40％に薄めた液をそれぞれ用いた。

---

* 東邦大学理学部生物学教室 Department of Biology, Toho University, Funabashi, Chiba 274

** 本誌 **54**: 225〜233 (1979) から続く。

観　　察

沖縄県名城の海岸ではハイコナハダは約 300～500 m 沖合に向って発達するサンゴ礁のリーフ上に出現する。潮間帯中部に生育し，平らな岩盤状となった死んだサンゴ礁上に厚さ5～8 cm 程の灰白色のマットを敷きつめたように群生するのが一般である。

1

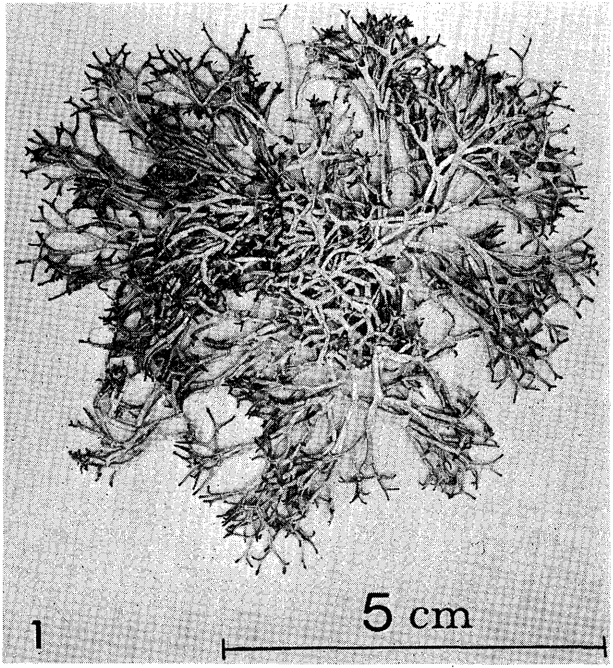
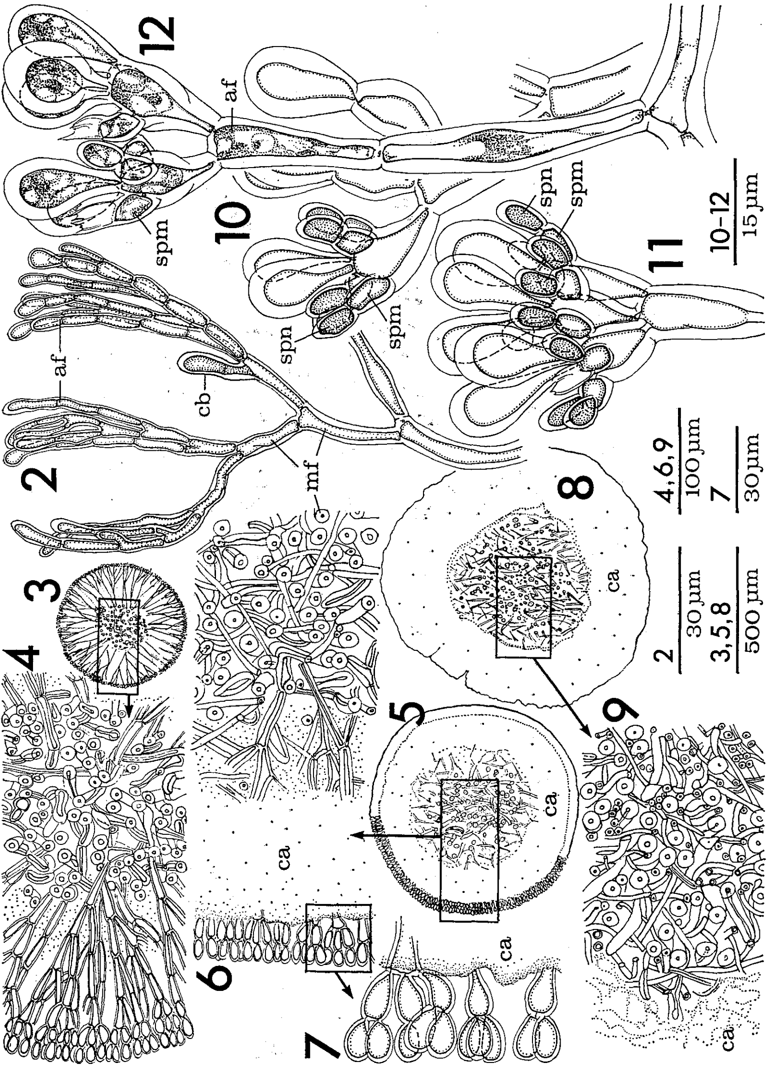


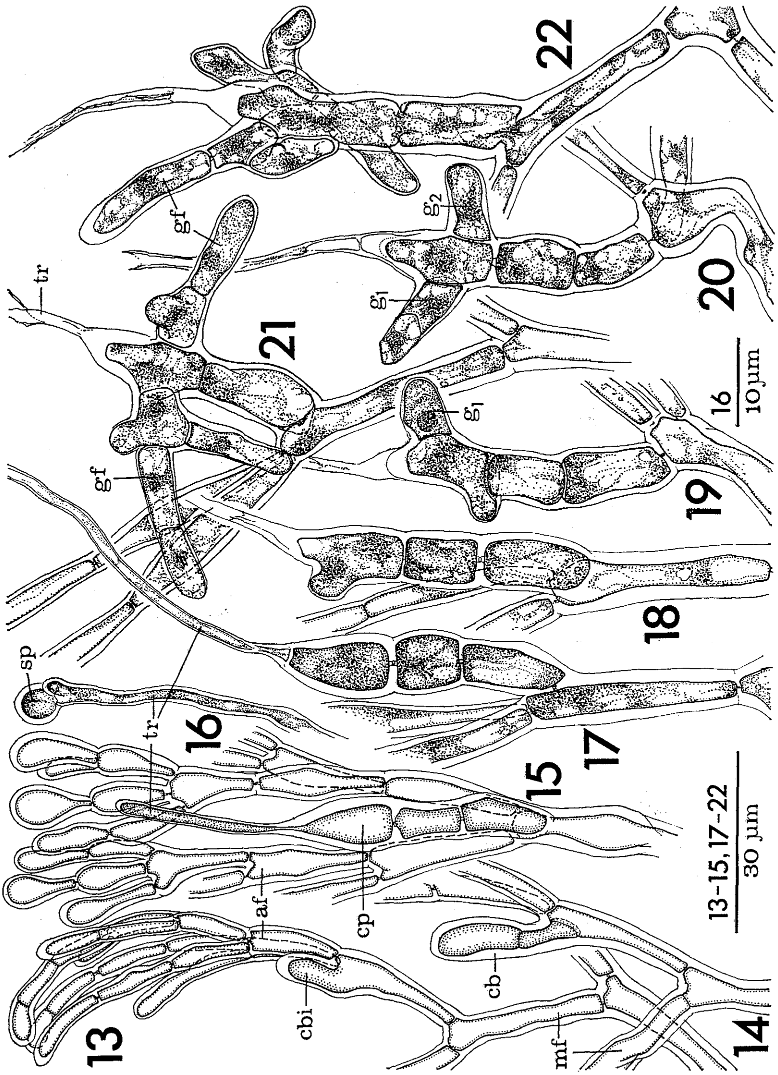
Fig. 1. *Yamadaella cenomyce* collected at Nakano, Iriomote Island, Okinawa Pref., on March 18, 1976.

外部形態：体は規則正しく叉状に10～15回分岐し，高さ3～8 cm となる。体の基部は直径0.7～1.5 mm で上部でしだいに細くなる。いまだ充分に石灰を沈着していない若い先端部は多少ふくらむが，乾燥するとこの部分は尖る。ハイコナハダの名が示すように基物に接した部分から仮根を生じて基物上を匐う。枝は互いに絡み合いしばしばゆ着し，全体として球状，団塊状あるいはマット状を呈する。生鮮時は灰白色であるが，乾燥標本は下部は白く，上部は灰色がかった桃色または灰色がかった褐色となる。

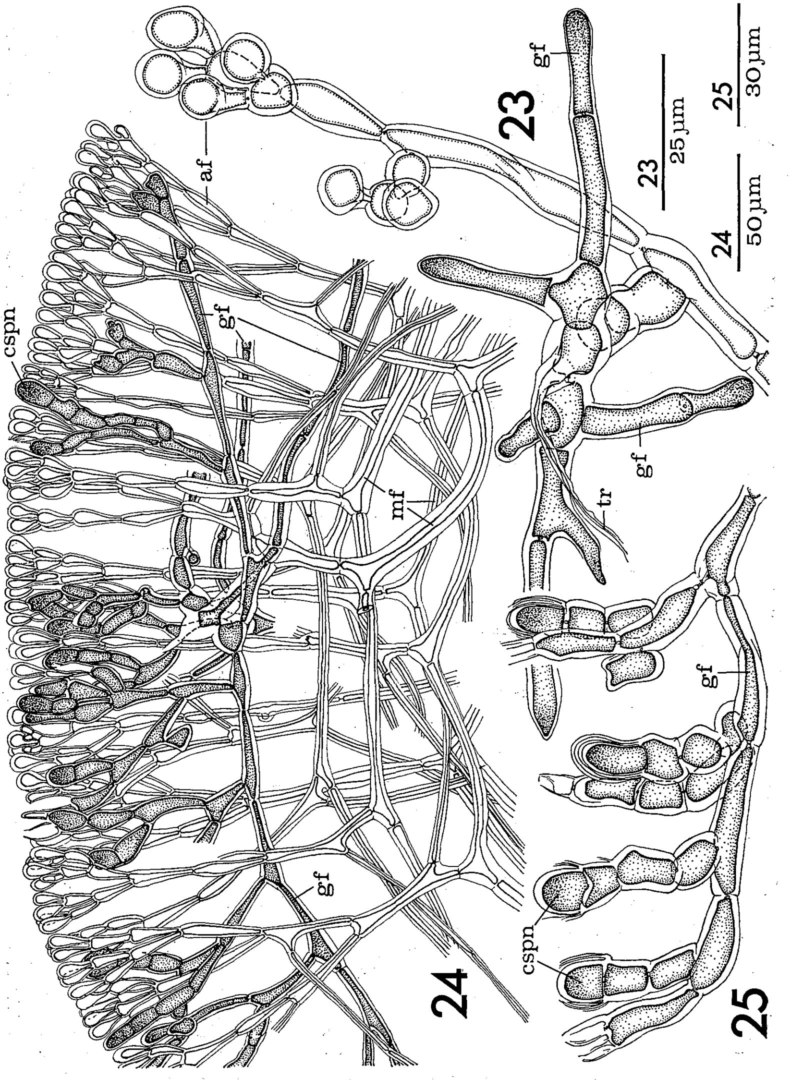
内部構造：体は多軸型構造で髄部と皮層部とからなる (Figs. 3～9)。髄部は体の伸長方向に走る密に絡み合った糸状細胞からなり，体の径の約1/2を占める。これらの糸状細胞は体の若い，すなわち上方の部分では直径 10～15 μm であるが (Fig. 4)，体の中



Figs. 2-12. *Yamadaella cenomyce*. 2. Medullary filaments and assimilatory filaments. 3-4. Cross sections of younger part of thallus. 5-6. Cross sections of middle part of thallus, showing thick calcified layer. 7. Ultimate cells and penultimate cells. 8-9. Cross sections of older part of thallus. 10-12. Various stages in the development of spermatangial clusters which developed on the penultimate cells of assimilatory filaments.



Figs. 13-22. *Yamadaella cenomyce*. 13-15. Various stages in the development of carpogonial branch. 13. Carpogonial branch inital cell initaiting on a cell of the assimilatory filament. 14. Carpogonial branch. 15. A three celled carpogonial branch. 16. Spermatia attached on the tip of trichogyne. 17. Post fertilization stage, showing the cytoplasm of the zygote is separated from that of trichogyne. 18. Post fertilization stage, showing the primary gonimoblast initial cell developing from the upper part of the zygote. 19. Primary gonimoblast initial cell cut off from the zygote already, and secondary gonimoblast initial cell developing. 20-22 Various stages in the development of gonimoblast filaments.



Figs. 23–25. *Yamadaella cenomyce*. 23. Formation of the gonimoblast filaments. 24. Cross section of thallus, decalcified with 10% hydrochloric acid, showing cortex and a mature diffused carposporophyte. 25. One carposporophyte cluster, showing terminal carposporangia. Abbreviations used in figures 2–25: af, assimilatory filament. ca, calcified layer. cb, carpogonial branch. cbi, carpogonial branch initial. cp, carpogonium. cspn, carposporangium. g_1, primary gonimoblast initial cell. g_2, secondary gonimoblast initial cell. gf, gonimoblast filament. mf, medullary filament. spm, spermatangial mother cell. spn, spermatangium. sp, spermatium. tr, trichogyne.

部以下の部分では，細胞壁の厚い直径10〜20 μmの太いものと，細胞壁の薄い直径4〜6 μmの細いものとからなる (Fig. 5)。この細い糸状細胞は体の基部に近い老成した部分ほどその数を増加する (Fig. 9)。皮層部を形成する細胞糸は髄部よりほぼ直角方向に伸長し，6〜8回偽叉状に分岐した同化糸からなる。同化糸を構成する細胞は同化糸の末端に到るに従いその長径は短くなり，末端細胞とその下位細胞は倒卵形あるいは球形となる。石灰の沈着は体の若い先端部付近で始まり，同化糸の末端細胞とその下位細胞をのぞいて皮層部全域に沈着する (Figs. 6, 7)。石灰は泥粉状でその結晶形は明らかではない。石灰の沈着は体の成長と共に増加し固い白墨状となる。体の老成した部分では同化糸の末端細胞とその下位細胞とが剝がれ落ちて石灰層がむき出しとなる (Fig. 8)。

雄性生殖器官：雌雄異株で同化糸の末端細胞より2番目の細胞の肩部に1〜5個の精子母細胞を輪生する。一般に1個の精子母細胞の先端に1〜4個の精子嚢を形成する (Figs. 10〜12)。精子嚢は6〜8 μm×4 μmの楕円形または倒卵形で，放出された精子は球形で直径約5 μmである。

雌性生殖器官と嚢果形成：造果枝はいまだ石灰を沈着しない体の若い部分で形成される。体の最も若い部分をおしつぶすと，髄細胞から生じた同化糸の基部細胞の肩部にふくらみ (Fig. 13) とそこに3個 (Fig. 15) あるいは2個の細胞からなる造果枝を見ることができる。造果枝は真直であるかまたはわずかに曲る。造果枝の直径は7〜12 μmで，直径2〜3 μmの円柱状の受精毛を外界に向って伸長する。

受精毛に精子が着生し (Fig. 16) その後受精が行われると，受精毛はその基部と造果器の間に隔壁を生じ (Fig. 17)，基部を残して消失する。やがて受精した造果器の上側部がふくらみ (Fig. 18)，側方に造胞糸始原細胞を切り出す。次いで造果器の他の部分からも同様なふくらみができ (Fig. 19) 造胞糸始原細胞が切り出される (Fig. 20)。受精した1個の造果器から2〜4個の造胞糸始原細胞の形成を見るのがふつうである。造胞糸は単列または偽叉状，三叉状などに分岐し，いまだ石灰の沈着の充分でない皮層の内部を同化糸の間隙をぬうようにほぼ体の表面と平行に伸長する。従って造胞糸は皮層部に拡散した状態で存在し，その全形は一定の形を示さない。なお，この観察は脱灰なしには造胞糸の存在を観察することは困難である (Figs. 23, 24)。その後造胞糸は各部分に密に分岐した枝を生じ，後に先端部の細胞が果胞子嚢に変成する (Fig. 25)。果胞子嚢は20〜25 μm×8〜12 μmの楕円形，卵形またはドーム形である。果胞子を放出した果胞子嚢の内部に，新しく果胞子嚢を生じることもある。老成した造果枝の細胞は互いにゆう合する。

考　察

今回の観察結果から得られたハイコナハダの主な形態的特徴をあげると次のようである。1）藻体は多軸型構造，2）同化糸の末端細胞とその下位細胞の周囲を除く皮層部

に石灰を沈着，3）雌雄異株，4）雄性生殖器托は同化糸の末端細胞から2番目の細胞の肩部に輪生，5）造果枝始原細胞は髄糸より生じた同化糸の一番目の細胞の肩部に形成される，6）造果枝は3細胞または2細胞からなる，7）接合子は直接に造胞糸を発出，8）造胞糸は皮層を構成する同化糸の間隙を伸長し，拡散性の不定形の輪郭の嚢果を形成，9）造果枝と嚢果の周囲に保護糸は形成されない，10）造胞糸の末端細胞は果胞子嚢に変成。

ハイコナハダの外部形態や体構造については Weber van Bosse (1921)，山田 (1937, 1938a), Yamada (1938b), Abbott (1970) らの研究があり，今回の観察結果はこれらの研究者の観察結果と基本的に一致する。生殖器官と嚢果形成については Abbott (1970) の研究がある。上述の4)～9)の特徴は, Abbott の観察結果とよく一致する。ただし, 10) の特徴は Abbott の観察結果とは異なる。Abbott が観察した Kenya の材料では造胞糸の先端細胞は四分胞子嚢に変成した。今回観察した本邦産ハイコナハダでは造胞糸の末端細胞は1個の胞子を含む果胞子嚢であった。最近，奄美大島節田の材料を観察する機会を得たが，このものにも四分果胞子嚢は見られなかった。なお，本種の生育をわが国から最初に報告した山田 (1938a) は嚢果についての観察は行っていない。*Yamadaella cenomyce* の type locality はフィリッピンのマニラである。Abbott が用いた材料と今回のそれが同じ種であるかどうかの疑問が残るが，四分果胞子嚢の有無以外の諸特徴は基本的にはたがいに一致するので本研究の材料には *Yamadaella cenomyce* の種名を用いた。今後さらなる検討が必要と考えている。コナハダ属では受精した造果器自身がまず上下2個の娘細胞に分割し，その上方の娘細胞が造胞糸始原細胞となる。この点でもハイコナハダはコナハダ属とは異なる。このように受精した造果器がそれ自身分割することなく受精した造果器から突起状のふくらみを生じ，それが造胞糸始原細胞となること，拡散性の嚢果をもつこと，造胞糸の末端細胞が胞子嚢となること等の特徴は Abbott (1976) が提唱するカサマツ科 Dermonemataceae の第一義的な分類形質である。Abbott (1976) によるとハイコナハダ属は, *Dotyophycus*, オオヌルハダ属，カサマツ属，そして *Cumagloia* と共にカサマツ科に含まれる。Abbott の提唱するカサマツ科とそれに所属する分類群の定義や識別形質等については後報で検討したい。

この研究の指導と原稿の校閲をいただいた筑波大学生物科学系千原光雄教授にお礼申し上げる。また同大学の高原隆明氏は奄美大島産の材料を，高松市の福家文子氏は西表島産の材料を提供して下さった。記してお礼申し上げる。

Summary

Detailed morphological studies were carried out on the vegetative thallus, reproductive organs, and cystocarp of *Yamadaella cenomyce* (Decaisne) Abbott from some southern islands of Japan including the Ryukyu and Amami

Islands. The following results were obtained: 1) thallus structure is of the so-called fountain type, 2) calcification occurs in the cortical filaments, except around the ultimate cell and penultimate cells, 3) the plant is dioecious, 4) the male reproductive organs form conspicuous clusters on the penultimate cells of the assimilatory filaments, 5) the carpogonial branch is borne subterminally on a cell of an assimilatory filament, 6) the carpogonial branch is straight or slightly curved and usually consists of three cells, 7) after fertilization, the zygote puts forth on one side a protuberance which gives rise directly to the gonimoblast initial, 8) usually two to four gonimoblast filaments are produced from a zygote, 9) gonimoblast filaments produce branches which run out penetrating among the assimilatory filaments, resulting in the formation of a diffused carposporophyte, 10) as gonimoblast filaments develop further the lower cells of the carpogonial branch become slightly broader at their pit connections and fuse with one another making a large fused area, 11) no sterile filament is formed around the carpogonial branch or near the carposporophyte, 12) the terminal cell of the gonimoblast filament becomes a carposporangium. The results described above agree with those obtained by Weber van Bosse (1921), Yamada (1937, 1938a, 1938b), and Abbott (1970) for different populations of the same species. The only previous study on the sexual structure and cystocarp formation of this species was showed all of these features (Abbott, 1970) except that tetrasporangia were shown in the place of carposporangia that this study shows. This study demonstrates that where a carpotetrasporophyte was shown by Abbott (1970), a normal carposporophyte also occurs in the genus.

References

Abbott, I. A. 1970. *Yamadaella*, a new genus in the Nemaliales (Rhodophyta). Phycologia **9**: 115-123. —— 1976. *Dotyophycus pacificum* gen. et sp. nov., with a discussion of some families of Nemaliales (Rhodophyta). Phycologia **15**: 125-132. 加崎英男・大西一博 1970～1972. 小笠原諸島の海藻類. 小笠原諸島生物相調査報告 71-86. 喜田和四郎 1964. 奄美大島の海藻. 奄美大島生物調査報告書海藻班調査報告 1-14. —— 1974. 慶良間列島および八重山諸島海中公園候補地区のサンゴ礁にみられる海藻類. 海中公園センター調査報告 **50**: 63-84. Kylin, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. Gleerup, Lund. 673. 瀬川宗吉・香村真徳 1960. 琉球列島海藻目録. 琉球生物学会: 1-72. 田中剛 1950a. 桜島・佐多・開聞地域に於ける水産生物相. 鹿児島国立公園候補地学術調査報告. 前編: 108-122. —— 1950b.

馬毛島の海藻相．鹿児島国立公園候補地学術調査報告．後編：1-12.　—— 1960. 奄美群島，与論島の堡礁上の海藻相（其一）．鹿児島大学南方産業科学研究所報告 2(2)：5-10.　—— 1967a. 徳之島の海藻．奄美群島自然公園（国立公園・海中公園）候補地学術調査報告書 25-44.　—— 1967b. 与論島の海藻．奄美群島自然公園（国立公園・海中公園）候補地学術調査報告書 73-86.　山田幸男 1937. こなはだ属に就いて（其一）．植研 **13**：861-871.　—— 1938a. こなはだ属に就いて（其二）．植研 **14**：1-10.　—— 1938b. こなはだ属に就いて（其三）．植研 **14**：77-89.　Yamada, Y. 1938b. The species of *Liagora* from Japan. Sci. Pap. Inst. Algol. Res. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. **1**(1)：1-34, pl. 1-15.　—— and T. Tanaka 1938. The marine algae from the Island of Yonakuni. Sci. Pap. Inst. Algol. Res. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. **2**(1)：53-86.　Weber van Bosse 1921. Liste des algues du Siboga. Siboga-Exped. Monogr. **59б**：197-203.

□Healy, A. J. & E. Edgar：**Flora of New Zealand** vol. III. 220 pp. 1980. The Government Printer, Wellington, New Zealand. $18.50. Flora of New Zealand は vol. 1 (1961), vol. 2 (1970) によって，シダ植物から被子植物までの植物誌は一応完成していた。今回出版された第3巻は，前2巻が野生植物に限定されていたのに対し，帰化植物も含めて再編成したもので，第3巻はイネ科を除いた単子葉植物にあてている。第2巻が単子葉植物であるので内容は重複しているが，第3巻にはオモダカ科，サトイモ科など，第2巻にはない科がふえている。第3巻とするよりも改定版とすべき内容で，その方が誤解がないであろう。ニュージーランドは帰化植物が非常に多い所で，第3巻に収録してある503種のうち168種が帰化植物であることもこれを示している。自然植生がどうなっているのか気になることである。　（山崎　敬）

□Holm L'R. J. V., Pancho. J. P., Herberger & D. L. Plucknett：A Geographical Atlas of World Weeds. 391 pp. 1979. John Wiley & Sons. ¥10,500. 約8000種の雑草を学名の ABC 順に並べ，世界124ケ国における存否を5段階に分けて示したリストで，分布図や植物図はないが，雑草の分布を世界的につかむには便利である。5段階とは，S：重大な有害雑草，P：基本的な雑草，C：普通の雑草，X：雑草的なもの，F：フロラ中に見られるが雑草か否か不明なもの，となっている。最も広範かつ有害な種は *Cyperus rotundus*（ハマスゲ）で，91ケ国にわたり，我が国を含めて52ケ国でSランクに入れられている。こういう調査は情報源が雑多なのでやむをえないことだが，ヒヨドリバナがネパールではこの属の唯一の雑草で，Sランクになっていたりする。緒言は日本語，アラビヤ語，ヒンズー語を含む10ケ国語で記され，国名の略語表にもこの10ケ国語のスペルが記されている。　（金井弘夫）